Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 5, Dec- Jan 2018, p. 808-819

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 13، شماره 5، آذر - دی 1396، ص. 819-808

جایگزینی شکر با شیره خرما در کیک فنجانی

اعظم ایوبی[1]* - مهدا پورابوالقاسم[2]

تاریخ دریافت: 1395/02/17
تاریخ پذیرش: 1395/06/20

چکیده

شیره خرما یک شیرین‌کننده طبیعی است که جایگزین مناسبی برای شکر در فرمولاسیون مواد غذایی به‌شمار می‌رود. در این تحقیق، اثرات شیره خرما به‌عنوان جایگزین شکر (در چهار سطح 25، 50، 75 و 100 درصد) بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی (افت وزنی، pH، تخلخل، دانسیته، رطوبت، سفتی بافت، رنگ پوسته و رنگ بافت) و حسی (رنگ پوسته، بافت، طعم و پذیرش کلی) کیک فنجانی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آنالیز داده‌ها نشان داد که تاثیر شیره خرما بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و حسی کیک معنی‌دار بوده است. مشاهدات نشان داد که با افزایش درصد شیره خرما در فرمولاسیون کیک، افت وزنی، pH، تخلخل، روشنی، زردی و امتیازات حسی کاهش و دانسیته، رطوبت، سفتی بافت و قرمزی افزایش یافت. کمترین افت وزنی (19/2 درصد)، تخلخل (19/5 درصد) و بیشترین مقدار دانسیته (0/5 گرم بر سانتی‌متر مکعب)، تیرگی رنگ پوسته و بافت کیک (به‌ترتیب 32/47 و 35/64) مربوط به سطح جایگزینی 100 درصد بود.

واژه‌های کلیدی: تخلخل، رنگ، سفتی، شیره خرما، کیک فنجانی.

مقدمه

یکی از دلایل افزایش وزن و در نتیجه بروز بیماری‌هایی نظیر چاقی، فشار خون، دیابت و بیماری‌های قلبی عروقی داشتن رژیم‌های غذایی پرکالری به همراه عدم فعالیت بدنی کافی می‌باشد (Chase, 1979; Johnson & Yon, 2010). یکی از راه‌های اجتناب از این مشکلات مصرف غذاهای کم کالری است. کاهش میزان شکر در محصولات غذایی و جایگزینی شکر با ترکیبات شیرین‌کننده دیگر علاوه بر تولید محصولات غذایی متنوع کاهش میزان کالری دریافتی و بهبود وضعیت سلامتی را نیز به دنبال دارد (Nobors, 2002). سازمان بهداشت جهانی محدود کردن شکر را تا 10 درصد انرژی کل توصیه می‌کند (Manickavasagan *et al*., 2013).

کیک یکی از فرآورده‌های غذایی دارای شکر زیاد است که با توجه به ماندگاری نسبتا بالا به‌طور گسترده‌ای توسط گروه‌های مختلف جامعه مورد مصرف قرار می‌گیرد (Rosental, 1995). ساکارز یکی از ترکیبات اساسی در فرمولاسیون کیک بوده و علاوه بر تأمین انرژی و شیرین‌کنندگی، در تردی و افزایش حجم فرآورده نیز موثر است. لذا کاهش سطح ساکارز بر ویژگی‌های حسی و ساختاری محصول تاثیر خواهد گذاشت (Frye & Setser, 1992). بر اساس تحقیقات ترکیبات مختلفی نظیر شربت گلوکز، عصاره مالت، شربت اینورت به‌عنوان جایگزین شکر در محصولات مختلف مورد استفاده قرار گرفته است (Asghar *et al*., 2006). کاربرد اریترول در فرمول کیک توسط Lin و همکاران (2003) نشان‌دهنده کاهش امتیازات حسی کیک بوده است. Frye و Setser (1992) ایجاد طعم گس و خشک شدن دهان را با کاربرد پلی دکستروز در کیک گزارش نمودند. جایگزینی شکر با شربت ذرت با فروکتوز بالا در کیک روغنی کاهش حجم، افزایش رطوبت و تیره‌تر شدن رنگ مغز کیک را به دنبال داشت (Johnson & Harris, 1989). بررسی‌های انجام شده روی خصوصیات خمیر و نان‌های غنی شده با ملاس توسط Bakr (1997) نشان داد که نان‌های تولید شده از ارزش غذایی بالا، رنگ و پوسته عالی و بافت مناسبی برخوردار بودند. مطالعه تاثیر استفاده از ملاس به عنوان جایگزین شکر در کیک روغنی توسط آقامحمدی و همکاران (1391) نشان داد که افزایش درصد جایگزینی ملاس به جای شکر، بافت کیک‌ها را سفت‌تر و میزان بیاتی آنها را بیشتر نمود. در حالی که افت وزنی، رطوبت و فعالیت آبی کیک‌ها یک روند نزولی داشت. ارزیابی رنگ نیز نشان‌دهنده تیره‌تر بودن رنگ پوسته و بافت تمامی تیمارها نسبت به شاهد بود. استفاده از ملاس در تولید کلوچه در مطالعه Simurina و Filipčev (2006) بافت مطلوب و ساختار مناسب محصولات تولید شده را به دنبال داشت. افزایش مقدار ملاس،

1- دکترای تکنولوژی مواد غذایی، استادیار، بخش علوم و مهندسی صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
2- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه شهید باهنر کرمان
(* - نویسنده مسئول: Email: mayoubi92@uk.ac.ir)
DOI: 10.22067/ifstrj.v1395i0.55738

رنگ تیره‌تر محصول را سبب شد.

یکی از تدابیر هوشمندانه به‌منظور کاهش شکر دریافتی، به‌کارگیری میوه‌ها در آماده‌سازی مواد غذایی دارای طعم شیرین می‌باشد. خرما میوه ایده‌آلی برای جایگزینی شکر در مواد غذایی است که در تغذیه روزانه بسیاری از مردم نواحی خشک نقش مهمی را نیز ایفا می‌کند (Jain, 2012). خرما به دلیل دارا بودن شیرینی طبیعی و طعم متمایز مطبوع، هضم راحت و محتوای بسیار بالای قند به‌عنوان یک شیرین‌کننده طبیعی در محصولات غذایی مختلف مورد توجه قرار گرفته است (گوهری اردبیلی و همکاران، 1384). میوه خرما از نظر مواد معدنی نظیر آهن، پتاسیم، منگنز، روی و ویتامین‌هایی چون A، B و C بسیار غنی است. فیبرهای رژیمی، کربوهیدارت‌ها، اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب به وفور در آن یافت می‌شود. خرما مقادیر زیادی ترکیبات آنتی‌اکسیدان و آنتی‌موتاژنیک، آنتوسیانین، فنولیک اسید و اسیدهای آزاد و باند شده دارد. همچنین این میوه به دلیل دارا بودن مقادیر زیاد کربوهیدارت، ویتامین‌ها و مواد معدنی و نیز میزان کم پروتئین در فرآیند تخمیر قابل استفاده است. مطالعات جدید نشان است که رشد بسیاری از باکتری‌ها از جمله *استافیلوکوکوس اورئوس*، *باسیلوس سوبتیلیس* و *سالمونلا تیفی* به میزان زیادی توسط خرما متوقف می‌شود و به‌علاوه خرما می‌تواند در عملکرد قارچها اختلال ایجاد کند (Khaled *et al*., 2000). شیره خرما یکی از باارزش‌ترین محصولات جانبی خرماست که سرشار از قندهای طبیعی نظیر فروکتوز و گلوکز است، اما درصد قند ساکارز در آن کم است. از نظر فیزیولوژی، قند فروکتوز در بدن برای جذب به انسولین نیازی ندارد. بنابراین، ضمن دارا بودن انرژی فراوان، قند مناسبی برای بیماران دیابتی می‌باشد. همچنین، شیره خرما مقدار فراوانی پتاسیم، کلسیم، فسفر و آهن دارد و برای تغذیه کودکان در سنین رشد و بانوان در زمان شیردهی و سالمندان غذای مفیدی به‌شمار می‌رود (شفیعی و همکاران، 1392). از آنجا که حدود 60 درصد از کشت محصول خرما را محصول با کیفیت پایین تشکیل می‌دهد که از نظر اندازه و مزه مناسب مصرف نمی‌باشد و نیز با توجه به بالا بودن میزان قند این بخش از محصول، تولید شیره خرما از این بخش از محصول از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می‌باشد (Al-Farsi, 2003). شیره خرما محصولی غنی از املاح معدنی و ترکیبات قندی (به‌ویژه گلوکز و فروکتوز) می‌باشد که استفاده از آن به‌عنوان منبع قند طبیعی در انواع محصولات غذایی بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Al-Farsi *et al*., 2007). البته لازم به ذکر است که حضور برخی از ترکیبات با طعم خاص و رنگ نامطلوب کاربرد این محصول در بسیاری از فرآورده‌های غذایی را محدود می‌سازد. نتایج بررسی احمدی گاولیقی و همکاران (1390) نشان داد که با توجه به فاکتورهای فعالیت آبی، ارزیابی‌های حسی و نرمی بافت جایگزینی 50 درصد قند مایع خرما با اینورت در کیک لایه‌ای مناسب‌ترین سطح بوده است. شیخ‌زاده و همکاران (1392) جایگزینی 50 درصد پوره خرما با شکر را به عنوان بهترین سطح جایگزینی از نظر تاثیر بر تخلخل و رنگ بافت دونات گزارش نمودند. نتایج بررسی Sidhu و همکاران (2003) بر جایگزینی شکر با شیره خرما در نان بر کیفیت پخت، بافت، عطر و طعم بهتر نمونه‌هایی که در آنها سیروپ خرما به‌طور کامل جایگزین شکرشده بود دلالت داشت.

با توجه به مناسب بودن کیک به‌عنوان میان وعده غذایی به جهت دارا بودن ارزش تغذیه‌ای بالا و اهمیت وجود کیک‌های رژیمی متنوع و متناسب با انواع ذائقه‌ها در سبد فروش این کالا و نیز مزایای کاهش مصرف شکر در وعده‌های غذایی، تولید کیک رژیمی کم شکر با استفاده از شیره خرما و بررسی ویژگی‌های کمی و کیفی کیک هدف این پژوهش بوده است.

مواد و روش‌ها

شیره خرما از شرکت دمباز و آرد گندم از کارخانه آرد گندم توکل کرمان تهیه شد. سایر مواد اولیه مورد نیاز برای تولید خمیر کیک از فروشگاه‌های سطح شهر کرمان خریداری شد. جدول 1 ویژگی‌های آرد گندم مورد استفاده در تولید کیک، جدول 2 ویژگی‌های شیره خرما و جدول 3 فرمولاسیون مورد استفاده برای تهیه کیک شاهد را نشان می‌دهد. شیره خرما به نسبت‌های 25، 50، 75 و 100 درصد جایگزین شکر شد.

افت وزنی

برای اندازه‌گیری درصد افت وزنی، نمونه‌های کدگذاری شده قبل و بعد از پخت، توزین شده و سپس درصد افت وزنی با توجه به اختلاف وزن‌ها قبل و بعد از پخت محاسبه شد (آقامحمدی و همکاران، 1391).

pH

pH کیک طبق استاندارد ملی ایران شماره 2553 اندازه‌گیری شد.

تخلخل

به‌منظور ارزیابی میزان تخلخل مغز کیک، از تکنیک پردازش تصویر استفاده شد. تصویربرداری توسط اسکنر مدل HP Scanjet 2400 ساخت کشور چین با وضوح 300 انجام شد. تصاویر تهیه شده در اختیار نرم‌افزار Image J قرار گرفت با فعال کردن قسمت 8 بیت، تصاویر سطح خاکستری ایجاد شد. جهت تبدیل تصاویر خاکستری به تصاویر دودویی، قسمت دودویی نرم‌افزار فعال گردید (شکل 1). این تصاویر، مجموعه‌ای از نقاط روشن و تاریک است که محاسبه نسبت نقاط روشن به تاریک به عنوان شاخصی از میزان تخلخل نمونه‌ها بر آورد می‌شود. بدیهی است که هر چقدر این نسبت بیشتر باشد بدین

معناست که میزان حفرات موجود در بافت (میزان تخلخل) بیشتر است. در عمل با فعال کردن قسمت Analysis نرم افزار، این نسبت محاسبه و درصد تخلخل نمونه‌ها اندازه‌گیری شد (Turabi *et al.*,2010).

جدول 1- ویژگی‌های آرد گندم مصرفی

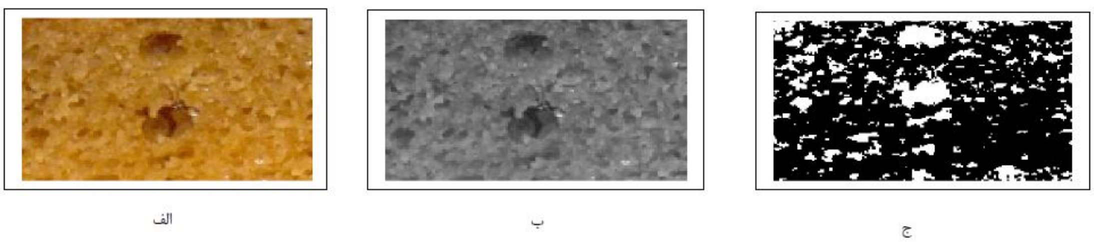
پروتئین (درصد)	خاکستر (درصد)	گلوتن مرطوب (درصد)	رطوبت (درصد)
10/1	0/9	31	13/8

جدول 2- ویژگی‌های شیره خرما

خاکستر (درصد)	بریکس (درصد)	قند (درصد)	فروکتوز (درصد)	گلوکز (درصد)	فیبر خام (درصد)	چربی تام (درصد)	پروتئین (درصد)	pH
1/5	76	65/9	33/1	31/5	0/28	0/1	1/5	4/5

جدول 3- فرمولاسیون کیک شاهد

ترکیبات	آرد	شکر	روغن	تخم‌مرغ	آب	بکینگ پودر	قند اینورت
درصد	23/5	18	18	18	19/5	1	2



شکل 1- نمونه تصویر تبدیل شده به روش پردازش تصویر (الف- مغز کیک، ب- تصویر خاکستری، ج- تصویر دودویی)

دانسیته

برای اندازه‌گیری دانسیته، ابتدا حجم نمونه‌ها با کمک روش جایگزینی با ارزن تعیین شد و سپس دانسیته نمونه‌ها محاسبه گردید (Sahin & Sumnu, 2006).

رطوبت

رطوبت کیک طبق استاندارد ملی ایران شماره 2553 اندازه‌گیری شد.

بافت

بافت کیک در دو روز متفاوت یعنی 4 و 8 روز پس از تولید و با استفاده از دستگاه بافت‌سنج اینستران ساخت شرکت ژاو آریای مشهد مورد ارزیابی قرار گرفت. ابتدا نمونه‌ها به شکل قطعات مکعب به ابعاد2×2/5×2/5 سانتی‌متر برش داده شدند و سپس توسط یک پروب صفحه‌ای با ابعاد 5×10سانتی‌متر به‌صورت بارگذاری گسترده با سرعت 50 میلی‌متر در دقیقه و به میزان 50 درصد فشرده گردیدند (آقامحمدی و همکاران، 1391).

رنگ

در اکثر موارد در پژوهش‌های صنایع غذایی از فضای رنگی Lab استفاده می‌شود. این سیستم رنگی، عملکرد مشابه چشم انسان دارد و بر خلاف سایر فضاهای رنگی متاثر از وسیله عکس‌برداری نیست. مولفه L معادل روشنایی تصویر است که بین صفر، معادل مشکی و 100 معادل انعکاس کامل نور می‌باشد. مقادیر مولفه a نامحدود است و مقادیر مثبت، معادل رنگ قرمز و مقادیر منفی، معادل رنگ سبز است. مقادیر b نامحدود است و مقادیر مثبت معادل رنگ زرد و مقادیر منفی معادل رنگ آبی است (ایوبی و همکاران، 1394). برای رنگ‌سنجی نمونه‌های کیک، هم پوسته و هم بافت آنها توسط سیستم رنگ‌سنجی هانترلب مدل TES-135A ساخت کشور ویتنام مورد بررسی قرار گرفت و فاکتورهای L، a و b پوسته و بافت نمونه‌ها به طور جداگانه اندازه‌گیری شد (Celik *et al*., 2006).

ارزیابی حسی

صفات حسی مورد مطالعه در این پژوهش شامل بافت (سفتی و نرمی به هنگام جویدن)، رنگ پوسته (شدت، شفافیت و کدورت رنگ

ظاهری پوسته کیک)، طعم (میزان درک طعم مطلوب در تست چشایی) و پذیرش کلی (میزان پذیرش محصول با در نظر گرفتن سایر ویژگی‌های حسی) بودند. ارزیابی صفات حسی با مقیاس هدونیک 5 نقطه‌ای (1 بسیاربد، 2 بد، 3 متوسط، 4 خوب و 5 بسیار خوب) توسط 10 آزمونگر صورت گرفت (Obiegbuna *et al.*, 2013).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های به‌دست آمده در قالب طرح کاملا تصادفی در 3 تکرار و به کمک نرم افزار Mstat-C تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح 5 درصد انجام شد.

نتایج و بحث

افت وزنی

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی شیره خرما افت وزنی به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا کرد ($P\leq0.01$)؛ به طوری که کمترین مقدار افت وزنی مربوط به نمونه دارای 100 درصد شیره خرما بود (شکل 2). آقامحمدی و همکاران (1391) علت کاهش افت وزنی کیک روغنی با افزایش سطح جایگزینی شکر با ملاس را افزایش میزان قند اینورت و ترکیبات معدنی در فرمولاسیون و تاثیر آنها در حفظ رطوبت و نیز ترکیبات کلوئیدی ملاس و قدرت جذب و قابلیت نگهداری آب بالای این ترکیبات بیان نمودند. Obiegbuna و همکاران (2013) اظهار داشتند که احتمالا به علت افزایش مقدار فیبر خام، پروتئین ، چربی و خاکستر که به راحتی توسط مخمرها قابل تخمیر نیستند و در نتیجه جذب و تثبیت آب و دشوار شدن تبخیر رطوبت با افزایش سطح جایگزینی شکر با آرد پالپ خرما، وزن نان افزایش یافته است.

pH

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که تاثیر جایگزینی شکر با شیره خرما بر pH کیک معنی‌دار بود (شکل 3). مقدار pH نمونه‌های دارای شیره خرما به طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود ($P\leq0.05$). بیشترین مقدار pH مربوط به نمونه شاهد و کمترین مقدار pH مربوط به نمونه‌های دارای 100 درصد شیره خرما بود. همانطور که در بخش مواد و روش‌ها عنوان شد شیره خرما دارای pH اسیدی است و لذا کاهش pH کیک، با افزایش سطح جایگزینی دور از انتظار نیست. نتایج بررسی احمدی گاولیقی و همکاران (1390) نیز بر کاهش pH کیک لایه‌ای با جایگزینی قند مایع خرما دلالت داشته است. قرار داشتن خمیر و قند خرما در محدوده اسیدی توسط Johnson و همکاران (1989) نیز گزارش و تایید شده است.

تخلخل

تاثیر جایگزینی شکر با شیره خرما بر تخلخل کیک معنی‌دار بود ($P\leq0.05$). جایگزینی شکر با شیره خرما در سطح 25 درصد افزایش تخلخل را به دنبال داشت، اما با افزایش بیشتر سطح جایگزینی از میزان تخلخل کاسته شد؛ به طوری که بیشترین میزان تخلخل مربوط به سطح جایگزینی 25 درصد و کمترین میزان تخلخل مربوط به سطح جایگزینی 100 درصد بود (شکل 4). البته نتایج مقایسه میانگین اختلاف معنی‌داری را بین تخلخل در سطوح جایگزینی 25 و 50 درصد با شاهد نشان نداد. با توجه به اینکه حجم کیک در سطح جایگزینی 25 درصد بیشتر از شاهد بود اما در سطوح بالاتر جایگزینی، حجم کاهش یافت این نتیجه منطقی به نظر می‌رسد. کاهش تخلخل دونات در سطوح بالای جایگزینی شکر با پوره خرما (75 و 100 درصد) به علت اثر منفی فیبرهای پوره بر حفظ گاز در خمیر توسط شیخ‌زاده و همکاران (1392) گزارش شده است.

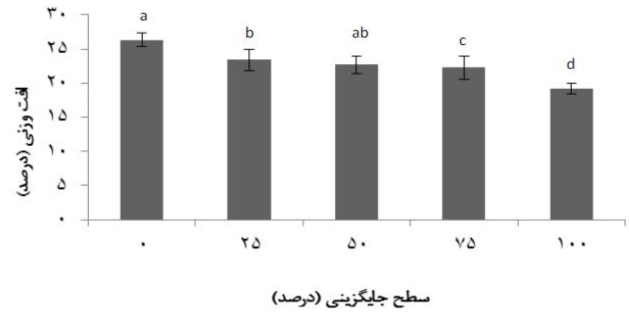
دانسیته

همان طور که در شکل 5 نشان داده شده است افزایش سطح جایگزینی شکر با شیره خرما در سطوح بالاتر از 25 درصد موجب افزایش معنی‌دار دانسیته کیک شده است ($P\leq0.01$). بیشترین مقدار دانسیته کیک مربوط به سطح جایگزینی 100 درصد و کمترین مقدار دانسیته مربوط به سطح جایگزینی 25 درصد بود.

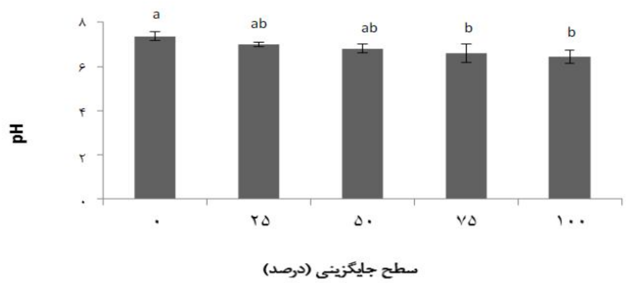
کاهش حجم کیک لایه‌ای با افزایش سطح جایگزینی قند خرما در مطالعات احمدی گاولیقی و همکاران (1390) نیز گزارش شده است. تاثیر قندهای احیاءکننده و احتمالا تغییرات ویسکوزیته و جرم حجمی خمیر می‌تواند علت احتمالی کاهش حجم و درنتیجه افزایش دانسیته با افزایش سطح جایگزینی باشد (احمدی گاولیقی و همکاران، 1390؛ Almana & Mahmoud, 1991). کاهش حجم و حجم مخصوص نان با افزایش سطح جایگزینی شکر با آرد پالپ خرما در نان توسط Obiegbuna و همکاران (2013) گزارش شده است. این محققین قابلیت تخمیر پایین‌تر مخلوط شکر و آرد پالپ خرما برای مخمر و درنتیجه کاهش میزان تولید گاز را علت کاهش حجم نان دانستند.

رطوبت

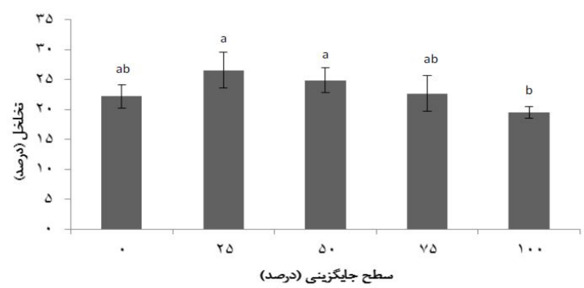
نتایج آنالیز واریانس حاکی از آن بوده است که جایگزینی شکر با شیره خرما افزایش مقدار رطوبت کیک را پس از پخت و در روزهای چهارم و هشتم بعد از نگهداری نسبت به شاهد به دنبال داشته است ($P\leq0.01$). پس از پخت و بعد از 4 و 8 روز نگهداری شاهد کمترین مقدار رطوبت را داشت و بیشترین مقدار رطوبت مربوط به سطح جایگزینی 100 درصد بود (شکل 6).



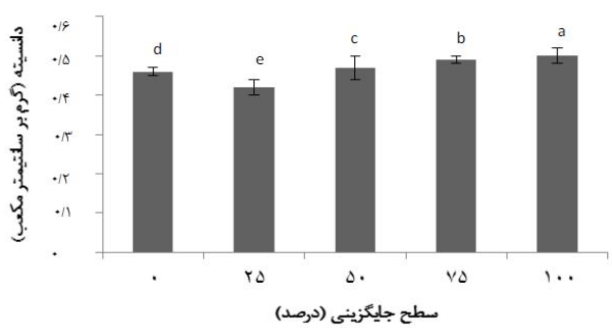
شکل 2- اثر سطوح مختلف شیره خرما بر افت وزنی کیک



شکل 3- اثر سطوح مختلف شیره خرما بر pH کیک

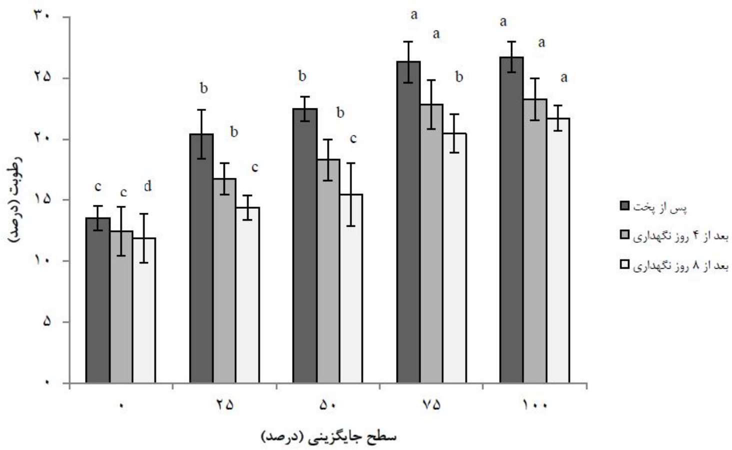


شکل 4- اثر سطوح مختلف شیره خرما بر تخلخل کیک



شکل 5- اثر سطوح مختلف شیره خرما بر دانسیته کیک

حضور شکردر فرآورده سبب افزایش دمای ژلاتیناسیون نشاسته و دمای دناتوراسیون پروتئین شده و درنتیجه به خروج رطوبت از محصول کمک می‌نماید (Kocer *et al*., 2006). از طرفی شدت تمایل شیرین‌کننده‌ها به جذب آب به اندازه و وزن مولکولی آنها بستگی دارد. با کاهش وزن مولکولی ساکاریدها تمایل به جذب آب افزایش می‌یابد. قسمت عمده قند موجود در شیر ه خرما قندهای مونوساکاریدی احیاءکننده (گلوکز و فروکتوز) و مقادیر بسیار کمی ساکارز می‌باشد. قندها از طریق گروه هیدروکسیل با مولکول‌های آب پیوند هیدروژنی برقرار می‌کنند. با توجه به ساختار مولکولی قندهای ساکارز، فروکتوز و گلوکز به‌نظر می‌رسد با افزایش گروه‌های عاملی قندهای شیره خرما نسبت به ساکارز، اتصالات هیدروژنی بیشتر شده و با کاهش تحرک آب آزاد، میزان رطوبت کیک افزایش می‌یابد (گوهری اردبیلی و همکاران، 1384). نتایج درصد رطوبت دراین پژوهش روند مشابهی با نتایج تحقیقات Manisha و همکاران (2012)، Pareyt و همکاران (2009)، Zoulias و همکاران (2000)، آقامحمدی و همکاران (1391) و وطن‌خواه و همکاران (1393) دارد. احمدی گاولیقی و همکاران (1390) افزایش میزان ترکیبات جاذب رطوبت را علت افزایش رطوبت کیک لایه‌ای با افزایش جایگزینی میزان قند مایع خرما در کیک بیان نمودند.



b

شکل 6- اثر سطوح مختلف شیره خرما بر رطوبت کیک (میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر روز از نگهداری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند)

بافت

محصولات صنایع پخت پس از طی فرآیند پخت، متحمل یک سری تغییرات فیزیکوشیمیایی شده و اصطلاحا دچار پدیده بیاتی می‌شوند. بیاتی، کاهش میزان پذیرش محصولات نانوایی از طرف مصرف‌کننده را به دنبال دارد. بیاتی از طریق پدیده‌های فیزیکی و شیمیایی از قبیل تغییرات در بافت، انتقال آب، کریستالیزاسیون نشاسته (رتروگراداسیون) و برهم‌کنش‌های میان اجزای تشکیل‌دهنده فرآورده قابل تشخیص است. فرآیند بیاتی با ایجاد تغییراتی در ویژگی‌هایی نظیر طعم، مزه، عطر و قابلیت جویدن، منجر به کهنه شدن محصولات پخت می‌شود (ناصحی و همکاران، 1388). اثر جایگزینی شیره خرما بر سفتی بافت کیک پس از 4 و 8 روز نگهداری معنی‌دار بود ($P\leq0.01$). افزایش سطح جایگزینی شیره خرما افزایش سفتی بافت کیک بعد از 4 و 8 روز نگهداری را به دنبال داشت. به‌نظر می‌رسد که کاهش حجم و نیز کاهش میزان تخلخل با افزایش سطح جایگزینی علت افزایش و سفتی و تراکم بافت بوده است (آقامحمدی و همکاران، 1391). در شکل 7 اثر سطوح مختلف شیره خرما بر سفتی بافت کیک نشان داده شده است.

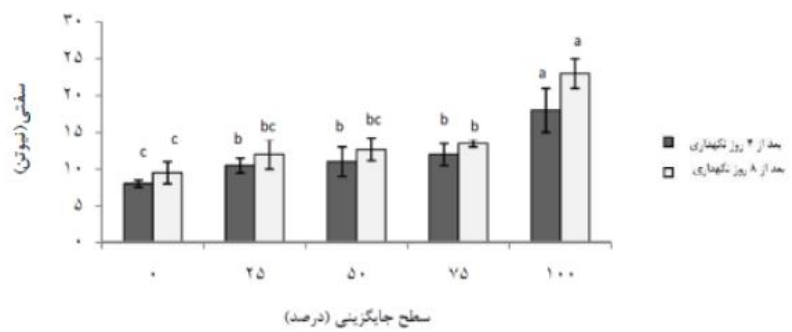
رنگ پوسته کیک

افزایش سطح جایگزینی شیره خرما کاهش معنی‌دار روشنی پوسته کیک را به دنبال داشت ($P\leq0.01$). تاثیر جایگزینی شیره خرما بر قرمزی پوسته نیز معنی‌دار بود ($P\leq0.01$). با افزایش سطح جایگزینی شیره خرما تا سطح 75 درصد قرمزی پوسته کیک افزایش یافت اما جایگزنی در سطح 100 درصد کاهش قرمزی پوسته را سبب شد؛ البته نتایج مقایسه میانگین اختلاف معنی‌داری را بین قرمزی در سطوح مختلف جایگزینی شکر با شیره خرما نشان نداد. نتایج آنالیز واریانس همچنین نشان داد که اثر جایگزینی شکر با شیره خرما بر زردی پوسته کیک معنی‌دار بود ($P\leq0.01$). با افزایش سطح جایگزینی مقدار زردی پوسته کاهش یافت؛ به طوری که بیشترین زردی مربوط به شاهد و کمترین زردی مربوط به سطح جایگزینی 100 درصد بود. آقامحمدی و همکاران (1391) وجود ترکیبات رنگی در ملاس و تیرگی آن، وجود قند اینورت و نیز افزایش میزان واکنش میلارد را

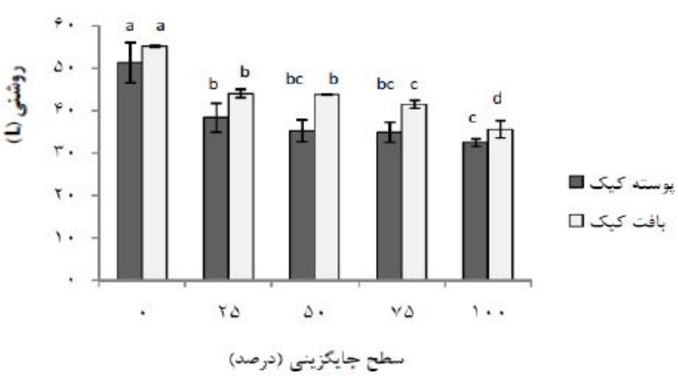
علت کاهش روشنی کیک با جایگزینی ملاس به جای شکر عنوان نمودند. کاهش روشنی و زردی و افزایش قرمزی محصول با افزایش جایگزینی پوره خرما در فرمولاسیون دونات، به دلیل حضور سطوح بالای قندهای احیاکننده گلوکز و فروکتوز در پوره خرما و در نتیجه افزایش واکنش‌های قهوه‌ای شدن توسط شیخ‌زاده و همکاران (1392) گزارش شده است. افزایش تیرگی کلوچه با افزایش سطح جایگزینی پودر و شیره خرما توسط Alsenaien و همکاران (2015) نیز گزارش شده است. این محققین افزایش قرمزی و کاهش زردی کلوچه با افزایش سطح جایگزینی شکر با پودر یا شیره خرما را نیز به واکنش‌های قهوه‌ای شدن آنزیمی نسبت دادند. اثر سطوح مختلف شیره خرما بر روشنی، قرمزی و زردی پوسته کیک به‌ترتیب در شکل‌های 8، 9 و 10 نشان داده شده است.

رنگ بافت کیک

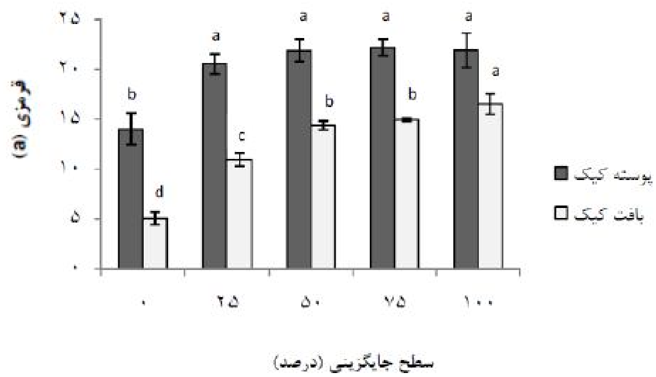
رنگ ماده غذایی به‌عنوان مهم‌ترین ویژگی ظاهری در درک کیفیت آن مطرح شده است. اغلب مصرف‌کننده، رنگ محصول را با طعم، ایمنی، ماندگاری و خصوصیات تغذیه‌ای آن مربوط می‌سازد (Pedreschi *et al.*, 2006). شکل 8 اثر جایگزینی شکر با شیره خرما را بر روشنی بافت کیک نشان می‌دهد. جایگزینی شکر با شیره خرما روشنی بافت کیک را به‌طور معنی‌داری کاهش داشت (P≤0.01). نتایج آنالیز واریانس نشان‌دهنده افزایش قرمزی خرما با افزایش سطح جایگزینی شیره خرما بود (P≤0.01) به‌طوری که بیشترین قرمزی مربوط به سطح جایگزینی 100 درصد و کمترین قرمزی بافت کیک، مربوط به شاهد بود (شکل 9). همانطور که در شکل 10 نشان داده شده است تاثیر جایگزینی شکر با شیره خرما بر زردی بافت کیک معنی‌دار بوده است (P≤0.01). اگرچه زردی بافت کیک در همه سطوح جایگزینی شیره خرما بیشتر از شاهد بود اما جایگزینی تا سطح 50 درصد افزایش زردی بافت کیک را به دنبال داشت و افزایش بیشتر سطح جایگزینی موجب کاهش زردی بافت کیک شد. احمدی گاولیقی و همکاران (1390) انجام واکنش قهوه‌ای شدن در مجاورت قندهای ساده تشکیل‌دهنده خرما و همچنین میزان رنگ موجود در خمیر خرما را علت کاهش روشنی کیک با افزایش سطح جایگزینی قند مایع خرما بیان نمودند. نتایج این محققین همچنین نشان داد که جایگزینی قند مایع خرما در سطح 50 درصد زردی کیک را نسبت به شاهد افزایش داد، اما زردی در سطح جایگزینی 100 درصد با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت.



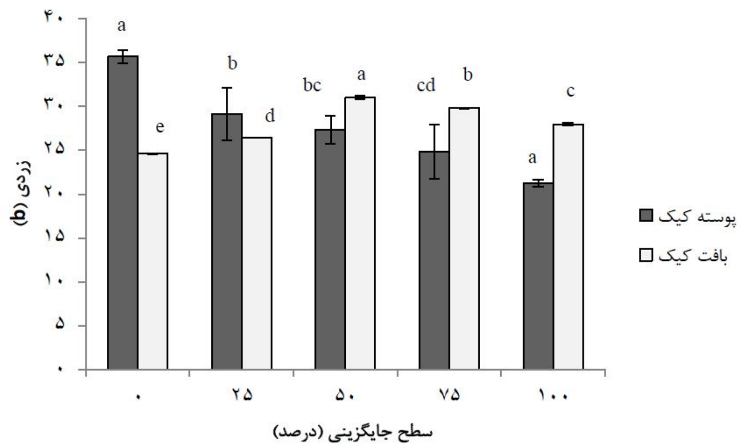
شکل 7- اثر سطوح مختلف شیره خرما بر سفتی بافت کیک (میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر روز از نگهداری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند)



شکل 8- اثر سطوح مختلف شیره خرما بر روشنی (L) (میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر قسمت از ساختمان کیک با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند)



شکل 9- اثر سطوح مختلف شیره خرما بر قرمزی (a) (میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر قسمت از ساختمان کیک با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند)



شکل 10- اثر سطوح مختلف شیره خرما بر زردی (b) (میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر قسمت از ساختمان کیک با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند)

ارزیابی حسی

رنگ پوسته

نتایج این تحقیق نشان داد که با افزایش سطح جـایگزینی شـیره خرما امتیاز رنگ پوسته کاهش یافت ($P\leq0.01$). البته لازم بـه ذکـر است که اختلاف امتیاز رنگ پوسـته در سـطوح جـایگزینی 25 و 50 درصد با شاهد معنی‌دار نبود (جدول 4). با توجه به تیرگی رنگ شیره خرما و نیز بروز واکنش‌های قهـوه‌ای شـدن در مجـاورت قنـدهای احیاکننده گلوکز و فروکتوز در شیره خرما، کاهش امتیاز رنگ پوسـته کیک با افزایش سطح جایگزینی شـیره خرمـا دور از انتظـار نیسـت. کاهش امتیاز رنگ کیک با افزایش میـزان قنـد مـایع خرمـا توسـط احمدی گاولیقی و همکاران (1390) و کاهش امتیاز رنگ پوسته نـان با افزایش سطح جایگزینی شکر با آرد پالپ خرما توسط Obiegbuna و همکاران (2013) نیز گزارش شده است.

بافت

بر اساس نتـایج آنـالیز واریـانس امتیـاز بافـت کیـک تـا سـطح جایگزینی 50 درصد اختلاف معنی‌داری را با نمونه شاهد نشان نـداد، اما در سطوح بالاتر شیره خرما، از امتیاز بافت کیک به طور معنی‌داری کاسته شد ($P\leq0.01$) (جدول 4). با توجه به کاهش حجم و تخلخـل بافت، افزایش فشردگی محصول با افزایش مقدار شیره خرما می‌تواند علت این کاهش باشد. این نتیجه با نتایج مطالعات احمدی گاولیقی و همکاران (1390) و Alsenaien و همکاران (2015) مطابقت دارد.

طعم

نتیجه آزمون طعم نشان داد که با افزایش مقدار شیره خرما امتیاز طعم کیک کاهش یافـت ($P\leq0.01$). ایـن نتیجـه بـا نتـایج بررسـی Alsenaien و همکاران (2015) مطابقت دارد. کاهش شـیرینی و در نتیجه کاهش امتیاز طعم کیک با افزایش سطح جایگزینی قنـد مـایع

خرما در کیک توسط احمدی گاولیقی و همکاران (1390) نیز گزارش شده است. اثر سطوح مختلف شیره خرما بر امتیاز طعـم در جـدول 4 نشان داده شده است.

جدول 4- اثر سطوح مختلف شیره خرما بر بر امتیازات رنگ ، بافت، طعم و پذیرش کلی

(میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند)

سطح جایگزینی	امتیاز رنگ پوسته	امتیاز بافت	امتیاز طعم	امتیاز پذیرش کلی
0	4/5[a]	4/4[a]	4/5[a]	4/5[a]
25	4/3[ab]	4/3[ab]	4/4[a]	4/3[ab]
50	4/2[ab]	4/2[ab]	4/2[ab]	4/2[ab]
75	3/8[bc]	3/9[bc]	3/9[ab]	3/9[bc]
100	3/6[c]	3/6[c]	3/6[b]	3/6[c]

پذیرش کلی

مطالعه نتایج صفات حسی، جهت بررسی پذیرش کلی نشان داد که با افزایش سطح جایگزینی شیره خرما امتیاز پـذیرش کلـی کیـک کاهش یافت؛ البته ایـن کـاهش تنهـا در سـطوح 75 و 100 درصـد جایگزینی با شاهد معنی‌دار بود ($P\leq0.01$) (جدول 4). نتـایج بررسـی احمدی گاولیقی و همکاران (1390) نیز بر کاهش امتیاز پذیرش کلی کیک با افزایش میزان قند مایع خرما در کیک دلالت داشته است. در بررسی Alsenaien و همکاران (2015) بر روی جایگزینی شـکر بـا پودر و شیره خرما در کلوچه نیز نتایج مشابهی به‌دست آمد.

نتیجه‌گیری

علی‌رغم فواید ساکارز به‌عنـوان یـک شـیرین‌کننـده طبیعـی بـا ویژگی‌های عملکردی مطلوب، به دلیل ارتباط با مشکلاتی نظیر فشار خون، بیماری‌های قلبی، فساد دندان، چاقی و افزایش سطح گلوکز و انسولین خون که به‌ویژه برای دیابتی‌ها مضر است، کاهش میزان این ترکیب در رژیم غذایی به بهبود وضعیت سلامتی کمک می‌کنـد. بـا توجه به اینکه نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از شیره خرما به‌عنوان جایگزین شکر در کیک فنجانی تـا سـطح 50 درصـد تـاثیر نامطلوب چندانی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی این نوع کیک نداشته و خـواص حسـی محصـول را نیـز حفـظ مـی‌کنـد، اسـتفاده از ایـن شیرین‌کننده طبیعی بـه‌عنـوان جـایگزین شـکر در تولیـد ایـن نـوع محصولات به تولیدکنندگان پیشنهاد می‌شود.

منابع

Aghamohammadi, B., Ghiassi Tarzi, B., Honarvar, M. & Delkhosh, B., 2013. The effects of using molasses as a replacement for sugar on physicochemical and sensory properties of shortened cake. *Journal of Food Science and Technology* , 2, 37-45.

Ahmadi Ghavlighy, H., Azizi, M. H., Jahanian, L. & Amirkaveei, S., 2011. Evaluation of replacement of date liquid sugar as a replacement for invert syrup in a layer cake. *Journal of Food Science and Technology*, 8(1), 57-64.

Al-Farsi, M. A., 2003. Clarification of date juice. *International Journal of Food Science and Technology*, 38(3), 241-245.

Almana, H. A. & Mahmoud, R. M., 1991. Effect of date syrup on starch gelatinization and quality of layer cakes. *Journal of Cereal Chemistry*, 36, 1010-1012.

Alsenaien, .W. A.. Alamer, R., Zhen-Xing Tang, A., Albahrani, S.A., Al-Ghannam, M. A. & Aleid. S. M., 2015. Substitution of Sugar with Dates Powder and Dates Syrup in Cookies Making. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 8(1), 8-13.

Asghar, A., Anjum, F. M., Butt, M. S. & Hussain, S. 2006. Functionality of different surfactants and ingredients in frozen dough. *Turkish Journal of Biology*, 30, 243- 250.

Ayoubi, A., Sedaghat, N., Kashaninejad, M., Mohebbi, M. & Nassiri Mahalati5, M., 2015. Effect of lipid based edible coatings on physicochemical and microbial properties of raisin. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 11(5), 496-507.

Bakr, A. A., 1997. Production of iron-fortified bread employing some selected natural iron sources. *Nahrung*, 41, 293-298.

Celik, I., Yýlmaz, Y., Isýk, F. & Ustun, O., 2006. Effect of soapwort extract on physical and sensoryproperties of sponge cakes and rheologicalproperties of sponge cake batters. *Food Chemistry.*

Chase, H. P., 1979. Diabetes and diet. Food Technology, 33, 60-64.
Frye, A. M. & Setser, C. S., 1992. Optimizing texture of reduced-calorie yellow layer cakes. *Cereal Chemistry*, 69, 338-343.
Gohari Ardebily, A., Habibi Najafi, M. B. & Haddad Khodaparast, M. H., 2005. Study effect of sugar substitution with date syrup on physical and sensorial properties of soft ice cream. Iranian Food Science and Technology Research Journal, 1(2), 23-32.
Institute of Standard and Industrial Research of Iran., 2007. Cake – Specification and test methods. ISIRI Number 2553.
Jain, S. M., 2012. Date palm biotechnology: Current status and prospective – an overview. Emirates *Journal of Food and Agriculture*, 24, 386-399.
Johnson, J. M. & Harris, C. H., 1989. Effect of acidulants in controlling browning in cakes prepared with 100% high-fructose corn syrup or sucrose. *Cereal Chemistry*, 66 (3), 158 -161.
Johnson. J. M., Harris. C. H. & Bardeau. W. E., 1989. Effect of high fructose corn syrup replacement for sucrose on browning, starch gelatinization and sensory characteristics of cakes. *Cereal Chemistry*, 66, 155-157.
Johnson, R. K. & Yon, B. A., 2010. Weighing in on added sugars and health. *Journal of the American Dietetic Association*, 110,1296-1299.
Khaled, H. & Abu, E., 2000. Effect of date extract on adhesion of candida species to human buccal epithelial cell in vitro. *Journalof Oral Pathology and Medicine*, 29, 200- 205.
Kocer, D., Hicsasmaz, Z., Bayindirli, A. & Katnas, S. A., 2006. Bubble and pore formation of the high-ratio cake formulation with polydextrose as a sugar- and fat-replacer. *Journal of Food Engineering*, 78, 953-964.
Lin, S. D., Hwang, C. F. & Yeh, C. H., 2003. Physical and sensory characteristics of chiffon cake prepared with erythritol as replacement for sucrose. *Journal of Food Science*, 68, 2107-10.
Manickavasagan, A., Mathew, T. A., Al-Attabi, Z. H. & Al-Zakwani, I. M., 2013. Dates as a substitute for added sugar in traditional foods – A case study with idli. *Food Agriculture*, 25 (11), 899-906.
Manisha, G., Soumya, C. & Indrani, D., 2012. Studies on interaction between stevioside, liquid sorbitol, hydrocolloid and emulsifiers for replacement of sugar in cakes. *Food Hydrocolloids*, 29, 363-373.
Nasehi, B., Azizi, M. H. & Hadian, Z., 2009. Different approaches for determination of bread staling. *Journal of Food Science and Technology*, 6(1), 53-63.
Nobors, L., 2002. Sweet choices: sugar replacements for foods and beverages. Food Technology, 56, 28-35.
Obiegbuna, J. E., Akubor, P .I., Ishiwu, C. N. & Ndife, J., 2013. Effect of substituting sugar with date palm pulp meal on the physicochemical, organoleptic and storage properties of bread . *African Journal of Food Science*, 7 (6), 113-119.
Pareyt, B., Talhaoui, F., Kerckhofs, G., Brijs, K., Goesaert, H., Wevers, M., & Delcour, J. A., 2009. The role of sugar and fat in sugar-snap cookies: Structural and textural properties. *Journal of Food Engineering*, 90: 400-408.
Pedreschi, F., Leo´n, J., Mery, D. & Moyano, P., 2006. Development of a computer vision system to measure the color of potato chips. *Food Research International*, 39, 1092- 1098.
Rosental, A. J., 1995, Application of aged egg in enabling increased substitution of sucrose by Littese (polydextrose) on high ratio cakes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 68, 127-31.
Sahin, S. & Sumnu, S. G., 2006. Physical Properties of Foods. *Springer Science Business Media* LLC, New York, 19–21.
Shafiee, S., Hojjatoleslami, M., Shokrani, R., Sharifan, A. & Loghmani Khoozani, V., 2013. Study effect of date syrup purification different methods on the candy physical and chemical particularity. *Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology*, 8(1), 63-70.
Sheikhzadeh, V., Haddad Khodaparast, M. H. & Ataye Salehi, A., 2013. Effect of sugar substitution with date palm puree on crumb color and porosity of fried doughnuts by image processing. 21st National Congress on Food Science and Technology. Shiraz, Iran.
Sidhu, J. S., Al-saqer, J. M., Al-hooti, S. & Alothman, A., 2003, Quality of pan bread made by replacing sucrose with datesyrup produced by using pectinase/cellulase enzymes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 58, 1–8.
Simurina, O. & Filipčev, B., 2006, Sugar beet molasses as an ingredient in tea-cookie formulations, PTEP (*Serbia and Montenegro*), 10, 16-21.
Turabi, E., Sumnu, G. & Sahin, S., 2010. Quantitative analysis of macro and micro-structure of gluten-free rice cakes containing different types of gums bake in different ovens. *Food Hydrocolloids*, 24, 755-762.
Vatankhah, M., Elhami Rad, A. H., Yaghbani, M., Nadian, N. & Akbarian Meymand, M. J., 2014. Study of possibility low calorie biscuit production by using stevioside Sweetener. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 3(2), 157-170.
Zoulias, E. L., Piknis, S. & Oreopoulou, V., 2000. Effect of sugar replacement by polyols and acesulfame-K on properties of low-fat cookies. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 2049-2056.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 13, No. 5, Dec- Jan 2018, p. 808-819

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 13، شماره 5، آذر - دی 1396، ص. 819-808

Substituting sugar with date syrup in cupcake

A. Ayoubi[1]*, M. Porabolghasem[2]

Received: 2016.05.06
Accepted: 2016.09.10

Introduction: Increased intake of calorie and decreasing physical activity might increase the risks for cancer, obesity, cardiovascular diseases, diabetes mellitus and hypertension. Using natural sweeteners instead of sugar in food formulations can be a good method to reduce the calorie intake. World Health Organization recommends limiting added sugar intake to <10% of total energy. Many sugar substitutes were used in food products such as glucose syrup, molasses, fructose syrup, invert syrup and malt extract. Utilization of fruits in food preparation while requiring sweet taste is a wise strategy to reduce the added sugar intake. Dates are ideal fruits to substitute added sugar in foods, and they play an important role in daily nutrition of many people in the arid regions. Date fruits are rich in dietary fiber, phenolic compounds, minerals, vitamins, antioxidant and antimutagenic compounds. Date syrup that produces from date is one of the suitable replacements that can be used for substituting sugar. Date syrup is a high energy food rich in carbohydrate, a good source of minerals; but it is also contains a very complex mixture amino and organic acids, polyphenols and carotenoids. Date syrup contains fructose, glucose and small amount of sucrose. Low quality date cultivation occupies about 60% of the total plantation. These dates are poor in size and taste, unsuitable for consumption. The presence of high sugar content in these low quality varieties makes them suitable for producing date syrup. The purpose of this research was study the effects of substituting sugar with date syrup on physicochemical and sensory properties of cupcake.

Materials and methods: Date syrup purchase from Dambaz Company and wheat flour purchase from Tavakkol factory of Kerman. Other materials purchased from local market of Kerman. In this research four different level of date syrup (25, 50, 75 and 100%) were used in cake formulations as a sugar substitution and the effects of dates syrup on the physicochemical (including weight loss, pH, porosity, density, moisture, hardness of texture and color of crust and crump) and sensory (texture, crust color, taste and total acceptance) properties of cupcake were studied. The weight loss calculated by measuring difference of weight before and after baking. pH was measured by a digital pH meter. cake moisture content was determined by drying samples at 130±2°C in a hot air oven. The volumes of the cake samples were measured by the seed displacement method and then density was calculated by dividing the volume by the weight. For evaluation of porosity used Image j method. Hardness of the cake samples were measured with Instron testing machine. Color measurements were done using a Hunterlab Colorimeter. Analysis of variance (ANOVA) was conducted for data using MSTAT-C software. Differences among the mean values were also determined using Duncan's Multiple Range test. A significant level was defined as a probability of 0.05.

Results & Discussion: Data analysis showed that the date syrup, significantly affected the physiochemical and sensory properties of the cake. It was discovered that by increasing the percentage of date syrup in cake formulation, weight loss decreased and moisture increased. Sugars make hydrogen bonds with water molecules due to their hydroxyl groups, because of the molecular structure of the sugars like sucrose, fructose and glucose, it seems that increasing functional groups in date syrup sugars compared with sucrose, resulted in the formation of more hydrogen bonds, which caused the reduction in the mobility of free water and therefore make an increase in moisture of cake. According to the results, pH and porosity of the cake decreased as the date syrup level increased. The results showed that increasing date syrup level caused an increase in density. By decreasing the volume of cake density increased. The volume probability decreased because of affecting reduced sugars and changing viscosity and density of the cake batter. Based on the results, hardness increased significantly with increasing replacement of sugar with date syrup. The possible reason for this result was due to decreasing volume and porosity of cake with increasing date syrup content. The color of the cake is due to the Maillard and caramelization reactions during baking. A key element in Maillard reaction is reducing sugar which is abundant in date syrup and able to enhance the brown color. The results showed that the crust and crump

1. Assistant professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar university of Kerman, Kerman, Iran.
2. Former M.Sc. student of Mechanical Engineering of biosystem, Shahid Bahonar university of Kerman.
(*-Corresponding Author Email: mayoubi92@uk.ac.ir)

lightness (L) decreased significantly with increasing the levels of date syrup. The crust and crump yellowness (b) were significantly less than control. With reducing sucrose level, the redness of the crust and crump increased significantly. According to sensory evaluation results, scores of crust color, texture and total acceptance of the cake remained unchanged when up To 50% date syrup was used. However, further addition of date syrup significantly reduced these scores. The results showed that the cake formulation with 100% date syrup date obtained the lowest score by panelists in terms of taste. Least value of weight loss (19/2%), porosity (19/5%) and most value of density (0/5 g/cm^3), darkness of crust (32/47) and crump of cake (35/64) were related to substitution level of 100%. Present study demonstrated that the date syrup could replace up to 50% of the sugar without affecting the quality of cupcakes.

Keywords: Color, Cupcake, Date syrup, Hardness, Porosity.